



中国科大主导研制的世界首颗量子科学试验卫星“墨子号”

本报讯 4月26日，中国科大墨潘建伟院士及其同事彭承志、陈宇翱、印娟等利用“墨子号”量子科学实验卫星，首次实现了地球上相距1200公里两个地面站之间的量子态远程传输，向构建全球化量子信息处理和量子通信网络迈出重要一步。相关成果在线发表于《物理评论快报》。

2012年，潘建伟团队在国际上首次实现百公里自由空间量子隐形传态。10年过去，团队成功实现突破，创造了1200公里地表量子态传输的新纪录。

中国科大“墨子号”实现1200公里地表量子态传输

远距离量子态传输通常可以利用量子隐形传态来实现，是构建量子通信网络的重要实现途径之一，也是实现多种量子信息处理任务的必要元素。通过远距离量子纠缠分发的辅助，量子态可通过测量然后再重构的方式完成远距离传输，传输距离在理论上可以是无穷远。但在实现中，量子纠缠分发的距离和品质会受到信道损耗、消相干等因素的影响。如何不断突破传输距离的限制，一直是该领域的重要研究目标之一。

利用星载纠缠源向遥远的两地先进行纠缠分发，再进行量子态的制备与重构，是实现远距离量子态传输的最可能路径之一。然而，由于大气湍流的影响，光子在大气信道中传播后，实现基于量子干涉的量子态测量非常困难。

在以往实验中，量子态传输的制备方都

是量子纠缠源的拥有者，无法真正意义上由第三方提供纠缠来实现先分发后传态的量子态传输。随着“墨子号”量子科学实验卫星的成功发射，潘建伟团队首先实现了千公里的双站纠缠分发，“墨子号”平台为量子通信实验提供了宝贵的纠缠分发资源。

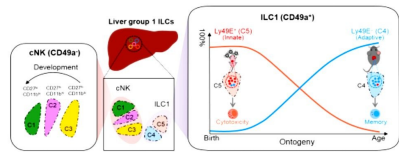
为了解决远距离湍流大气传输后的量子光干涉难题，实验团队利用光学一体化粘接技术实现了具有超高稳定性的光干涉仪，无须主动闭环即可长期稳定。结合基于双光子路径—偏振混合纠缠态的量子隐形传态方案，在云南丽江站和德令哈地面站之间完成了远程量子态的传输验证，并且在实验中对六种典型的量子态进行了验证，传送保真度均超越了经典极限。

审稿人认为：“这个实验比以前实验更具挑战性，克服了重大的技术挑战，对未来量子通信的应用具有重要意义。”（王敏）

中国科大揭示肝脏定居NK细胞的异质性

本报讯 5月2日，中国科大田志刚教授与彭慧教授团队在国际知名期刊《实验医学杂志》上发表研究论文，首次揭示了肝脏定居NK细胞（即肝脏ILC1s）的异质性，发现其由两个不同起源和功能的细胞亚群组成。

NK细胞（natural killer cells, 自然杀伤细胞）作为固有免疫重要成员，在肝脏内的含量十分丰富。2013年，田志刚教授团队在国际上首次报道了一群不同于经典NK细胞的新亚群定居在肝脏中，约占肝脏总NK细胞一半，后被学界归入三大固有淋巴细胞之一，称为肝脏ILC1s。课题组后续围绕这群细胞的发育分化和功能特性开展深入研究，并取得一系列进展，但这群细胞的功能多样性是否与异质性组成相关仍是未解之谜。



肝脏NK细胞（Group 1 ILCs）亚群组成图谱

课题组通过单细胞测序技术与流式细胞分析技术发现，肝脏ILC1s可以划分为Ly49E⁺和Ly49E⁻两群细胞。利用可诱导的谱系追踪小鼠模型，发现Ly49E⁺ILC1s主要由胚胎造血前体产生，在个体发生早期占主导，出生后可长期自我维持而不依赖造血前体细胞；Ly49E⁻ILC1s则依赖于造血前体细胞的不断补充，且随着年龄增长，该群细胞逐渐成为肝脏ILC1s的主要群体。在功能方面，Ly49E⁺ILC1s具有更强大的细胞毒性，可以在新生期介导有效的抗病毒免疫反应；而Ly49E⁻ILC1s具有更强的免疫记忆潜能，可以介导机体对半抗原的记忆免疫应答。

该研究深入探究了肝脏ILC1s的起源和功能异质性，其异质性组成随年龄动态变化可能是为了适应机体不同阶段对固有免疫和适应性免疫的需求；此外，该研究所揭示的胚胎来源Ly49E⁺ILC1s对新生机体的免疫防御作用，也为新生儿相关疾病的免疫治疗提供新线索。

（生医部 中科院天然免疫与慢性疾病重点实验室）

在双场量子密钥分发实验中，需要检测光纤振动等引起的相位快速变化，并进行补偿。

一般来说，这些相位变化的信息在实验结束后会被“丢弃”。但事实上，这些“冗余”信息来源于光纤振动引起的相位变化。通过分析这些信息，可以获得光纤链路震动信号。根据通信双方测量结果的时间相关性，可对震动信号进行定位，实现超远距离光纤振动传感。

潘建伟、张强研究团队基于王向斌提出的“发或不发”双场量子密钥分发协议，利用时频传输等关键技术精确控制两台独立激光器的频率。他们与中国科大陈旻、赵东锋合作，利用附加相位参考光估算光纤的相对相位快速漂移，恢复了加载在光纤信道上的可控光源产生的外部扰动。结合中国科学院上海微系统与信息技术研究所尤立星团队研制的高计数率、低噪声单光子探测器，最终实现658公里的极远距离光纤双场量子密钥分发，并在该系统中成功进行了光纤传感测试。（王敏）

中国科大实现658公里量子密钥分发和光纤振动传感

本报讯 5月2日，中国科大潘建伟院士团队与济南量子技术研究院团队王向斌、刘洋等合作，研制出一套融合量子密钥分发和光纤振动传感的实验系统，在完成光纤双场量子密钥分发的同时，实现658公里远距离光纤传感，定位精度达到1公里，大幅突破传统光纤振动传感距离难以超过100公里的限制。日前，相关成果发表于《物理评论快报》。

光纤振动传感通过利用光纤中光信号时间、相位、振幅等信息监测链路中的振动信息，具有灵敏度高、响应快、结构简单、分布均匀等优点。目前，主流光纤振动传感方案采用的是分布式声波传感技术，可以精确

测量光纤每个位置产生的振动信息，但传感距离很难超过100公里。

量子密钥分发基于量子力学基本原理，结合“一次一密”加密方式可以实现无条件安全的保密通信。双场量子密钥分发协议不仅可以实现非常高的现实安全性，更提供了超越一般量子密钥分发协议工作距离的可能性，被认为是实现超远距离光纤量子密钥分发的最优方案。

然而，双场量子密钥分发技术要求苛刻，需要两个远程独立激光器的单光子干涉，光源频率微小的偏差、光纤链路的任何波动，都会积累相位噪声从而降低单光子干涉的质量。因此，

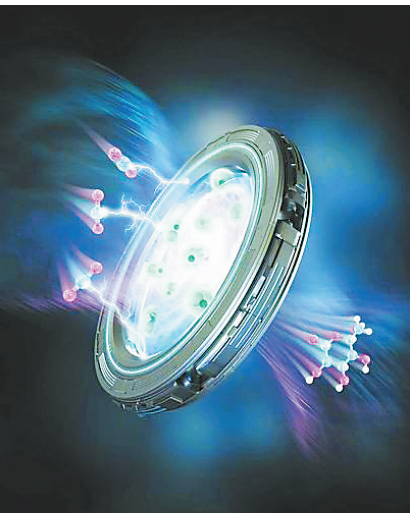
科学家发明二氧化碳还原合成葡萄糖新方法

本报讯 4月28日，中国科学家通过电催化结合生物合成的方式，将二氧化碳高效还原合成高浓度乙酸，进一步利用微生物可以合成葡萄糖和油脂。中国科学院院士、中国催化专业委员会主任李灿研究员评价：“该工作耦合人工电催化与生物酶催化过程，发展了一条由水和二氧化碳到含能化学小分子乙酸，后经工程改造的酵母微生物催化合成葡萄糖和游离的脂肪酸等高附加值产物的新途径，为人工和半人工合成‘粮食’提供了新的技术。”

这一成果由电子科技大学夏川课题组、中科院深圳先进技术研究院于涛课题组与中国科大曾杰课题组共同完成，以封面文章的形式发表在4月28日出版的国际学术期刊《自然·催化》上。

二氧化碳“变身”的第一步，是在温和条件下变成“食醋”。“我们需要把二氧化碳转化为可供微生物利用的原料，方便微生物发酵。”曾杰介绍，他们选择了乙酸——它不仅是食醋的主要成分，也是一种优秀的生物合成碳源，可以转化为葡萄糖等其他生物物质。

在这个过程中，科研人员创造性地采取“两步走”策略——先高效得到一氧化碳，再从一氧化碳到乙酸，并通过新型固态电解质



通过电化学耦合生物发酵实现将二氧化碳和水转化为长链产品的示意图

反应装置极大地提升了二氧化碳“变身”乙酸的转化效率。而这，也被业内人士认为是这一研究的最大亮点。

二氧化碳“变身”的第二步，是让微生物“吃醋”产葡萄糖。于涛介绍，得到乙酸后，研究者们尝试利用酿酒酵母这一微生物来合成葡萄糖。

“然而酿酒酵母本身也会代谢掉一部分葡萄糖，所以产量并不高。”于涛说，为了解决这个问题，研究团队敲除酿酒酵母中代谢葡萄糖的三个关键酶元件，废除了酿酒酵母代谢葡萄糖的能力；又敲除了两个疑似具备代谢葡萄糖能力的酶元件，插入来自泛菌属和大肠杆菌的葡萄糖磷酸酶元件，加强了其积累葡萄糖的能力。

这一研究让人们看到，电催化合成结合生物合成，进而构建起的新型催化方式，能够助力高附加值化合物的生产。中国科学院院士、上海交通大学微生物代谢国家重点实验室主任邓子新评价：“该工作开辟了电催化结合活细胞催化制备葡萄糖等粮食产物的新策略，为进一步发展基于电力驱动的新型农业与生物制造业提供了新范例，是二氧化碳利用方面的重要发展方向。”

曾杰说：“接下来，我们将进一步研究电催化与生物发酵这两个平台的同配性和兼容性。”未来，如果要合成淀粉、制造色素、生产药物等，只需保持电催化设施不改变，更换发酵使用的微生物就能实现。（齐芳）

本报讯 4月27日，中国科大俞书宏院士团队与合作者开发了一种无聚合物—粘结剂的浆液制备石墨负极的路线，可以普适地在石墨负极中构建一种新型粒径—孔隙度双梯度结构，大幅度提升了锂离子电池的快充性能。相关成果发表在国际期刊《科学·进展》上。

电动汽车的快速充电能力受限于锂离子电池中石墨负极高的浓差极化效应和低的平衡电位。这项研究提出了在不牺牲锂离子电池能量密度的前提下，在石墨负极内部引入颗粒尺寸以及孔隙率的梯度异质分布结构设计，实现了石墨负极快充性能提升。

研究团队首先采用颗粒级尺度的理论模型，通过迭代设计方法仿真对石墨负极电极结构进行优化，同时对颗粒大小和电极孔隙度的双重分布进行了优化。模拟计算结果表明，双梯度分布电极相对于传统的随机电极以及单梯度电极，电极内部电解液中锂离子浓度分布更为平滑，从而表现出更小的浓差极化以及更高的活性材料利用率，展现出优异的快充性能。研究人员进一步开发了一种低粘度无聚合物—粘结剂浆料自组装技术，制备铜纳米线和铜颗粒包覆石墨低粘度乙醇浆料，利用不同尺寸颗粒石墨在浆料中沉降速度差异性，在石墨负极中成功构建出模拟计算优化的双梯度结构，基于该石墨负极所制备的锂离子全电池展现出与实验模型相同的优异快充性能。（宗和）

新型双梯度石墨负极材料实现锂电池快充

我校科学家实现常压下二氧化碳加氢制长链烯烃

本报讯 5月3日，我校教授曾杰研究团队开发出一种铜—碳化铁界面型催化剂，实现了常压条件下二氧化碳加氢高选择性制备长链烯烃。相关成果发表在国际学术期刊《自然·通讯》上。

长链烯烃在精细化工领域具有广泛应用，例如用于合成洗涤剂、高辛烷值汽油、润滑油、农药、增塑剂生产等。目前，工业合成长链烯烃的普遍方法是基于乙烯的齐聚反应，而乙烯主要来自于石油资源。与之相比，利用可再生能源电解水制氢，再与二氧化碳反应直接制备长链烯烃，则会产生巨大的环境效益。“电解制氢装置在常压条件下就可以工作，相应的，我们就需要开发出同样能够在常压条件下进行二氧化碳加氢制长链烯烃的技术，以匹配电解产生的常压氢气，从而进行灵活的分布式串联生产。”曾杰介绍说。然而，目前二氧化碳加氢制备长链烯烃多在高压反应条件下进行。并且，根据勒夏特列原理，常压不利于长链烯烃的形成。因此，实现二氧化碳常压加氢制备长链烯烃仍然是一个巨大的挑战。

二氧化碳加氢制备烯烃主要通过甲醇中间体和一氧化碳中间体路径。由于低压既不利于甲醇合成反应也不利于甲醇制烃反应，研究团队选择了一氧化碳中间体路径，制备了具有铜—碳化铁界面在常压下工作的铜—铁催化剂。相比于传统铁基催化剂，该催化剂对一氧化碳和甲烷的选择性更低，对长链烯烃的选择性更高。正是由于这种特殊的碳链增长方式，使得该催化剂在常压条件下对长链烯烃的选择性高达66.9%，甚至跟现有文献报道的高压反应条件下世界纪录值(66.8%)相当。

审稿人认为，“能在常压下实现二氧化碳加氢制备长链烯烃极具挑战且很新颖。这项工作为开发二氧化碳的高值利用技术提供了一种新方案。”（吴兰）